

Un Modelo Gravitacional para Colombia y América entre 1996 & 2013.

Juan Pablo Salazar

201110005003

Manuel Escobar Valencia

201110007003

Hermilson Velásquez

Álvaro Hurtado

Departamento de Economía y Finanzas

Escuela de Economía

Medellín - Colombia

2015

## **Contenido**

Introducción .....	3
Planteamiento y formulación del problema .....	6
Marco teórico y antecedentes de la literatura .....	13
Metodología .....	16
Estimaciones del Modelo .....	23
Conclusiones .....	28
Referencias .....	30

## Introducción

En los últimos años Colombia ha sido partícipe de diversos acuerdos comerciales, entre los cuales se encuentran el TLC con EEUU (2011), México (1995), con países del triángulo norte (2009-2010), con MERCOSUR (2004-2005), con Canadá (2010), entre otros. Con el pasar de los tiempos algunos de los pares comerciales de Colombia, han optado por implementar políticas que desfavorecen el intercambio comercial; Ecuador es un ejemplo reciente, al implementar una salvaguardia del 21% para Colombia que fue aprobada por el comité de comercio exterior de Ecuador el 29 de diciembre de 2014. Esta medida estaría vigente entre el 5 de Enero y el 21 de Febrero del año 2015. (*El Tiempo – 28 Enero de 2015*).

Una forma de analizar los determinantes sobre los flujos comerciales entre países, es el modelo gravitacional del comercio, el cual se ha aplicado múltiples veces a diferentes naciones; este modelo se basa en las variables fundamentales de cualquier economía como la producción, la distancia, la tasa de cambio real bilateral y además incluye unas variables sociodemográficas.

El modelo gravitacional toma como fundamento básico el concepto físico introducido por Isaac Newton (1687); en el cual argumenta que la fuerza ejercida entre dos cuerpos es proporcional a sus masas e inversamente proporcional a sus distancias. Análogamente se ha aplicado a la economía y ha sido aceptado ampliamente para el estudio y las predicciones del flujo comercial entre dos países. Se ha hecho uso de las poblaciones de los países o sus PIB, para hacer referencia a una medida de masa y la distancia física cuyo objetivo es representar la distancia entre los mismos.

Vale la pena destacar la ventaja que representa la implementación del modelo gravitacional en Colombia, en lugar de un análisis mediante datos históricos de forma individual; ya que el modelo permite recoger información conjunta de las variables a estudiar.

Por lo anterior, en el modelo será de gran importancia introducir una serie de variables explicativas, tomando como referencia valores en una serie de tiempo comprendida entre los años 1996-2013, que facilitarán la descripción del comercio entre dos países. Dichas variables serán categóricas y definirán, entre otros, si ambos países son vecinos, si tienen salida al mar, si comparten lenguaje, o si existen acuerdos comerciales vigentes que los unan a Colombia. De igual forma se plantea la introducción de una variable dummy que logre recoger información acerca de la forma como los gobiernos han implementado políticas que favorezcan al sector privado, es por ello que se opta por hacer uso del índice de “Calidad en la Regulación” publicado por el Banco Mundial. Se opta por el análisis de 15 países con el fin de simplificar la muestra tomada y centrar el análisis en países cercanos.

El objetivo principal de este trabajo es emplear un modelo gravitacional del comercio para analizar la incidencia de variables macroeconómicas, sociodemográficas y políticas, sobre las exportaciones de Colombia entre 1996 y 2013. Adicionalmente se pretende incluir el modelo económico ejercido por los diferentes gobiernos, con el fin de analizar como la calidad en las regulaciones puede afectar el comercio bilateral negativa o positivamente, dado que en los últimos años países que conforman los grupos comerciales de Colombia, principalmente de América Latina, han modificado sus políticas

gubernamentales y han afectado los flujos comerciales al disminuir la percepción positiva que se tenía de dichos países.

Para el caso de Colombia es interesante observar el efecto de dichas variables explicativas bajo el modelo gravitacional. Adicionalmente es pertinente incluir una variable relacionada con las políticas de un país, la cual resulta novedosa para el modelo y permite estudiar la relación que tiene la forma de gobierno y las ideologías políticas con los flujos comerciales bilaterales entre los países del continente Americano. Adicionalmente se incluyen una serie de variables categóricas definidas dentro del modelo, que tienen como fin estimar las exportaciones de Colombia hacia dichos países, tomando las variables anteriores como exógenas.

El trabajo está planteado de manera que primero el lector se encontrara con la formulación del problema estudiado, luego se muestra una revisión bibliográfica que tiene objetivo soportar la investigación realizada. Finalmente se lleva a cabo el análisis de los datos mediante el modelo propuesto, que conllevan a una serie de resultados, y de tal forma nos permiten concluir y dar recomendaciones para el caso puntual colombiano.

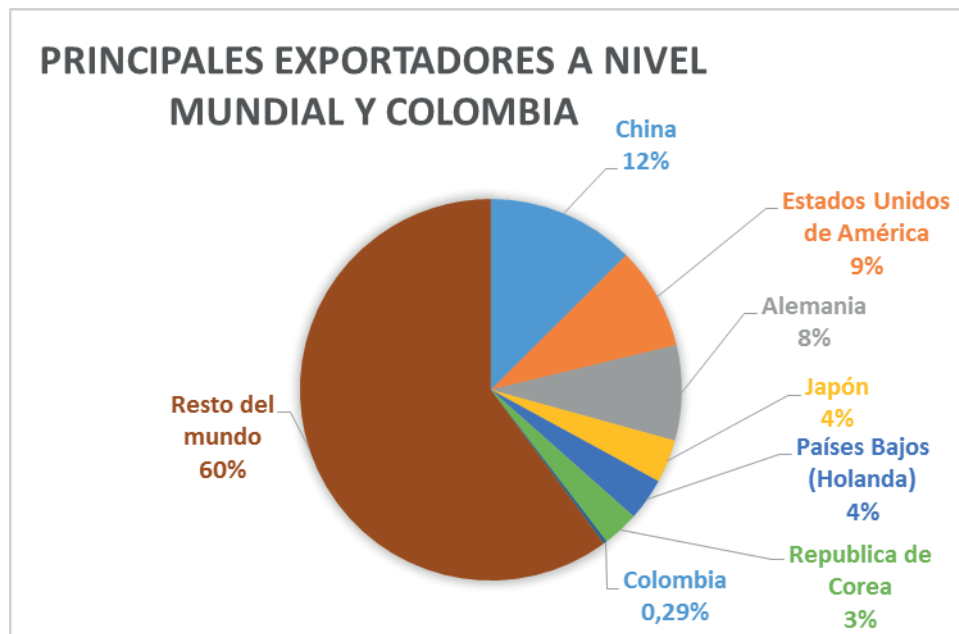
Palabras Claves: Modelo gravitacional del comercio, Indicador de Calidad en la Regulación, Banco Mundial, Comercio Bilateral, Panel de Datos

## **Planteamiento & formulación del problema**

Resulta de vital importancia el análisis del intercambio comercial Colombiano desde una perspectiva diferente, analizando una serie de variables fundamentales de un modelo de gravitación, pero además incluyendo una variable no económica que permita la interpretación de los efectos de las decisiones políticas sobre los flujos comerciales.

Implementar una variable de tipo no económico permitirá incluir en el análisis los efectos que tiene para las exportaciones de Colombia, las decisiones políticas de las diferentes naciones que tiene relaciones comerciales con el país estudiado; dado que durante el periodo de tiempo 1996 -2013 varios países han modificado sus políticas que tienen incidencia sobre la calificación en la calidad de las regulaciones.

Una forma de alejar comercialmente dos países, es con la imposición de aranceles. La decisión de imponer alguno depende casi enteramente del gobierno presente y se lleva a cabo con el fin de favorecer el mercado interno. Es indiscutible que dichas decisiones tienen un efecto sobre las economías involucradas, por lo cual es pertinente identificar cómo se ven afectados los flujos comerciales por la entrada en vigor de estas.



*Grafico 1. Fuente: TradeMap, Construcción Propia*

El grafico 1 muestra la participación de las exportaciones Colombianas en relación con el resto del mundo Colombia es una economía relativamente pequeña a nivel internacional sin embargo es bastante abierta al comercio, por lo que sus exportaciones dependen ampliamente de las relaciones que mantiene con los países con que negocia, y debido a esto mantener estos lazos estables es fundamental dentro de su estabilidad económica.



*Gráfico 2. Fuente: TradeMap, Construcción Propia*

Venezuela siempre ha sido de vital importancia dentro de la balanza comercial colombiana, dado que hasta mediados del año 2008 fue su segundo socio comercial y hasta ese momento tenían uno de los procesos de integración mercantil más consolidado y activo dentro de la Comunidad Andina de Naciones. Aunque este país siempre ha mostrado un comportamiento histórico negativo en su índice de regulación de políticas, la verdadera brecha se evidencia a partir del año 1996 (*ver gráfico 3*) cuando el ex presidente Hugo Chávez Frías toma posesión en el país y ejerce políticas públicas que afectan la estabilidad de la propiedad privada.

En el gráfico 3 se puede observar una evidente caída de las exportaciones de Colombia a Venezuela, pasando de \$6.091.559.640 en 2008 a \$1.750.410.000 en 2011, representando un decrecimiento aproximado del 71%. Este suceso estaría relacionado principalmente con las decisiones políticas implementadas por el gobierno venezolano en años previos y subsecuentes, además de las diferencias políticas con el ex presidente Álvaro Uribe Vélez.



En los meses de Junio y Julio de 2007 el expresidente Hugo Chávez, hizo anuncios de compra de vehículos militares y acordó cooperar comercialmente con Irán.

En agosto de 2007 anunció una reforma constitucional, donde planteó la reelección indefinida y mayor participación en el poder político (*faes, pág. 3 cronología de sucesos políticos relevantes desde la presentación del informe “américa latina: una agenda de libertad*). Estos hechos provocaron na pérdida de confianza en el sector privado de ambos países, anticipando la caída en las exportaciones y siendo consistentes con la calificación en el índice de calidad de las regulaciones.

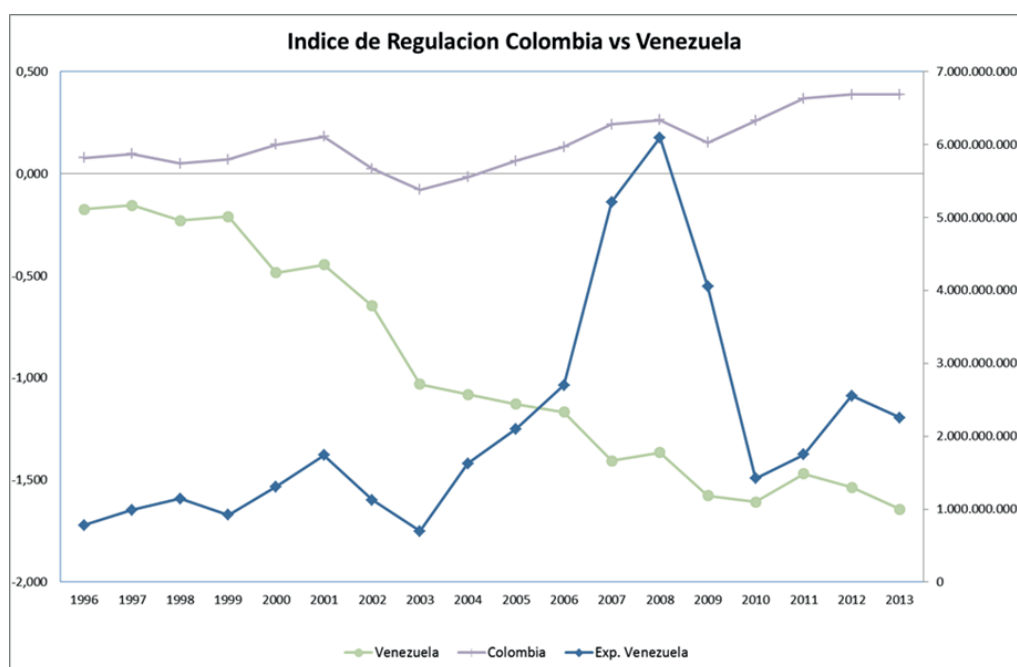


Gráfico 3. Fuente: Naciones Unidas, Banco Mundial, Construcción Propia

En el año 2009 Venezuela llevó a cabo medidas de sustitución de importaciones Colombianas por productos de otros países vecinos como Argentina y Brasil. En Septiembre se establecieron alrededor de 22 acuerdos con Argentina para la importación de carne, maíz, arroz y leche; y la compra de diez mil vehículos por parte de Venezuela a Brasil y a Argentina representó la suspensión total de exportaciones de automotores por parte de Colombia al vecino país.

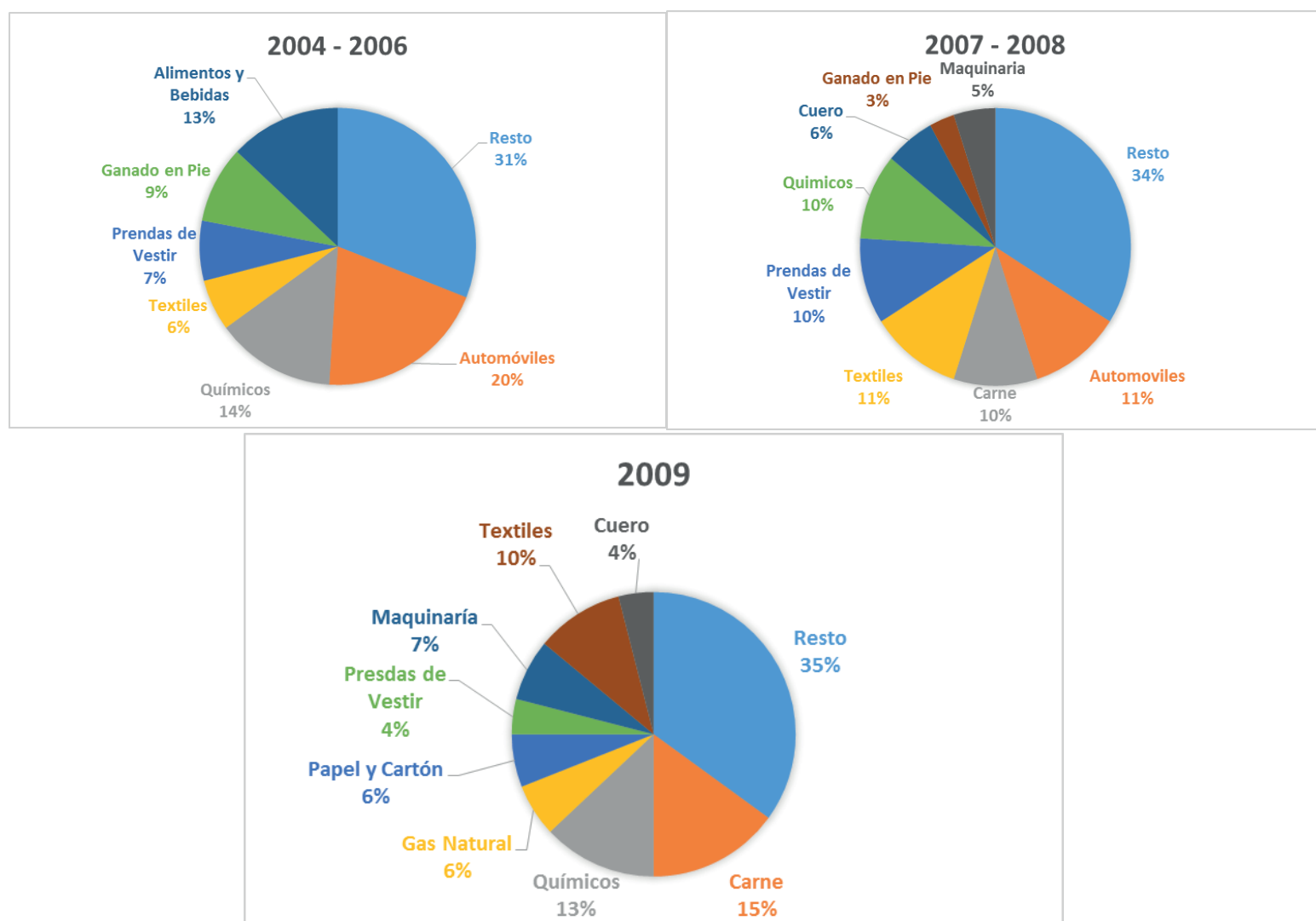


Gráfico 4. Fuente: DANE, construcción propia.

En el gráfico 4 se puede observar la reducción en la participación que tuvieron los bienes anteriormente mencionados. Entre el 2004 y el 2006 la participación de los automóviles era aproximadamente del 20%, entre el 2007 y el 2008 se redujo a un 11% para finalmente llegar a ser cero en el 2009; un comportamiento similar se observó para el rubro de alimentos y bebidas (*Banco de la República, Borradores de Economía, Núm. 602, Pág. 11*).

Hechos como los expuestos previamente, representan un distanciamiento comercial entre países; y de esta forma se hace referencia a una de las variables fundamentales del modelo gravitacional: La distancia comercial, por tanto se podría explicar mediante el mismo la reducción en los flujos comerciales cuando esta se magnifica.

Estudios sobre el modelo gravitacional han tomado en cuenta diversas variables con el fin de encontrar la relación existente de las mismas con las variables fundamentales del modelo original.

Ana Candial y Francisco Javier Lozano (2008) aplicaron el modelo gravitacional al comercio entre los países Europeos entre los años 1996 – 2005, con el objetivo de identificar las ventajas de la unión monetaria en términos de flujos comerciales.

Uno de los aspectos pertinentes a mencionar de dicha investigación es la pérdida de poder para ejercer política monetaria, ya que la unión les quita a los países la posibilidad de controlar tasas inflacionarias si estas llegasen a niveles perjudiciales para la economía. Sin embargo el modelo extrae resultados positivos de la unión monetaria, como menciona en la investigación “... la creación de una zona monetaria común, reduce los costes de transacción y la incertidumbre del tipo de cambio...” (Candial & Lozano, 2008, p. 18).

En el año 2007 José A. Cafiero aplicó la teoría de Newton para realizar 4 modelos y estimar el resultado que obtiene cada país con respecto al promedio mundial. Cafiero clasificó los países según su desempeño en dos categorías: Comercio por debajo de lo normal y Comercio Normal; en el primer caso hace referencia a un resultado obtenido por el intercambio bilateral menor al promedio, mientras en el segundo caso hace referencia a un resultado obtenido por encima del promedio o cerca al promedio. *''... el comercio es normal en el caso de los países pertenecientes a la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), incluyendo allí a nuestros socios del Mercosur...''* (Cafiero, 2007, p. 84).

En el año 2004, el actual ministro de hacienda, Mauricio Cárdenas, participó en una investigación cuyo objetivo fue el análisis del efecto que tendría el TLC entre Colombia y EEUU. En dicha investigación se realizó un estudio donde se incluyeron 173 países y además de las variables fundamentales del modelo gravitacional, se introdujeron variables como *''costos de Transporte''* y *''Área Física''*. En la publicación se llegó a la siguiente conclusión: *''...Las estimaciones indican que bajo el escenario con TLC y sin SGP se obtendría un 40.5% adicional de comercio, en comparación con el escenario actual. En contraste, sin TLC y sin preferencias, a partir de 2007 (Cuando vence el ATPDEA), el comercio bilateral caería en 57.6% frente a su nivel actual''* (Cárdenas, 2004, p.8)

Se han hecho investigaciones acerca de otras variables que puedan afectar a los flujos comerciales bilaterales.

Felbermayr (2012) aplica la metodología para estimar la conexión que tiene la migración entre países con los aumentos de los flujos comerciales y estudia dos razones por las cuales la migración puede llegar a ser beneficiosa, “... *they might help overcome informal barriers to international trade related to language, culture, or institutions, they may facilitate the creation of business relationships... migrants boost trade if they derive higher utility from goods produced in their host countries...*” (Felbermayr, 2012, p. 928). Finalmente Felbermayr concluye que resulta positivo para los intercambios bilaterales la migración de personas bien capacitadas pues esto se traduce en una reducción en costos de transacción para las empresas extranjeras al realizar un aporte de conocimiento del país nativo.

Teniendo en cuenta las situaciones actuales de algunos socios comerciales de Colombia y la revisión de estudios realizados al respecto, se plantea el interrogante: ¿Cuál es el efecto que tiene la calidad en las regulaciones que establece un gobierno, sobre las exportaciones de Colombia a sus pares comerciales?

## **Marco teórico y antecedentes de la literatura**

En el año 1687 Isaac Newton planteó la ley de la gravitación universal la cual dice que:

*“La fuerza ejercida entre dos cuerpos de masas  $M_i$   $M_j$  y separados una distancia  $D_{ij}$  es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia”* y desde entonces ha sido ampliamente usada en el estudio de la física convencional; Jan Tinbergen [1962] propuso aplicar la ecuación al comercio entre países.

Años más tarde, en 1966, Linneman aplica también el modelo gravitacional al intercambio bilateral entre países. El modelo de Linneman clasifica en categorías los factores que contribuyen al intercambio entre dos países. La primera categoría indica los factores que determinan qué tanta oferta de bienes puede ofrecer el país A al mercado internacional.

La segunda categoría está determinada por la cantidad que puede demandar el país B del mercado internacional. Y como última categoría, los factores que determinan la “resistencia” de un país a importar bienes que él mismo produce. (Cuando se habla de resistencia se hace referencia a todos aquellos costos de transporte en los cuales incurren los países al hacer intercambios comerciales).

Bergstrand realizó ciertas críticas al modelo propuesto por Linneman en el año de 1985 argumentando que este no contaba con los parámetros relevantes para la estimación del mismo y debido a que este excluía la variable precio.

En el año de 1979 Anderson propuso el “Trade Share Expenditure System” que también se deriva de un modelo gravitacional básico, con la variación de que Anderson utiliza funciones tipo CES y Cobb-Douglas para aplicarlas a todos los países. La gran diferencia entre el enfoque de Anderson y Bergstrand es que este último argumenta que el modelo gravitacional es un modelo simplificado del modelo de equilibrio general de oferta y demanda.

Luego de Anderson el siguiente enfoque propuesto es el modelo de equilibrio general Walrasiano donde cada país tiene su propia función de oferta y demanda para todos los bienes, donde el ingreso total es el que determina el nivel de demanda en el país que desea importar y el nivel de oferta en el país que exporta. (*Bergstrand 1985*)

Por un lado el modelo de la demanda de comercio está determinado por la maximización de una función de utilidad tipo CES sujeta a la restricción presupuestal del país importador mientras que el modelo de oferta de comercio se deriva de la maximización de los beneficios de las empresas del país exportador.

El hecho de suponer que existe una condición de sustituibilidad perfecta de producto en el modelo convencional de gravitación, es poco realístico ya que la evidencia ha demostrado que el flujo de bienes entre países está fuertemente diferenciado por el país de origen de estos últimos. Reconocidos autores en la materia como lo son Anderson (1979), Bergstrand (1985, 1989), Thursby (1987), Helpman y Krugman (1985) comparten este mismo enfoque.

Siguiendo con la fundamentación del modelo gravitacional, la historia nos lleva al año de 1997 donde personajes como Eaton y Kortum también hacen derivaciones de modelo gravitacional mientras en el mismo año Deardoff hace su derivación pero desde la perspectiva H-O (Modelo Heckscher–Ohlin).

Un año después, Everett y Keller hacen referencia a la inclusión de la variable distancia en el modelo siempre y cuando haya presencia de costos de transporte. Además proponen que el modelo de gravitación convencional puede ser obtenido del modelo H-O.

A continuación se presenta una explicación del modelo y la metodología a utilizar, cuyo objetivo es la observación y el análisis de los resultados obtenidos.

## **Metodología**

La Investigación que se realiza tiene como objetivo analizar cómo influyen las variables macroeconómicas, socioeconómicas y demográficas sobre las exportaciones de Colombia a otros países de América. Como podemos notar, las variables hacen referencia a países observados en el tiempo por tanto es de esperar que los modelos que se consideren sean de datos de panel.

En este trabajo dado que es necesario considerar datos de panel, se hará uso de la estimación por efectos mixtos, cuyo método hace parte de diversas metodologías, expuestas a continuación.

## **Modelo de Efectos Mixtos**

Un modelo de efectos mixtos es aquel que combina variables de efectos fijos y de efectos aleatorios:

$$y_{it} = \alpha_i + x_{it}\beta_i + e_{it}$$

Donde  $x_{it}$  define aquellas variables explicativas para el modelo y  $\alpha_i$  define aquellas variables cuya naturaleza es aleatoria y  $e$  representa los residuales del modelo definido por la siguiente ecuación:



$$e_{it} = y - E(y)$$

$$e_{it} = y - (\alpha_i + x_{it}\beta_i)$$

Dado que la esperanza del vector aleatorio  $u$  es 0, en el modelo lineal mixto, el valor esperado de una observación es la esperanza de la media de  $y$ :

$$E(y) = E(\alpha_i + x_{it}\beta_i) = x_{it}\beta_i$$

Es decir, los niveles observados de un efecto aleatorio son una muestra aleatoria de la población de niveles y la esperanza es la media de  $y$  sobre toda esa población.

Para la construcción de la base de datos, se utilizan múltiples fuentes de las que se extraen los datos de series de tiempo, como el Ministerio de Comercio, la base de datos de la ONU y el FMI. Para la introducción de la última variable (Dummy de país convencional) se decidió utilizar el indicador de calidad en las regulaciones tomadas por los gobiernos, suministrado por el banco mundial.

## **Especificación del Modelo**

En cuanto al planteamiento del modelo, el modelo gravitacional parte de los supuestos de que el flujo comercial entre dos países es función de sus productos, sus distancias y otros factores que puedan desfavorecer, o favorecer el comercio.

Tal que:

$$T_{ij} = f(Y_i, Y_j, D_{ij}, \text{Dummies}, \text{variable de control})$$

Donde  $Y_i, Y_j$  denotan los productos internos del país  $i, j$ , y  $D_{ij}$  la distancia que los separa.

Las Dummies a incluir en el modelo serán dichas variables que entorpecerán o favorecerán el comercio.

$$EXP_{ijt} = f(\text{Variables Macroeconomicas, Sociodemograficas, Variable de Control})$$

$$EXP_{ijt}$$

$$= f(GDP_{it}, GDP_{jt}, D_{ij}, re_{ijt}, Border_{ij}, Lang_{ij}, TLC_{ijt}, Island_j, Land_{ij}, RTA_{ijt}, Rqindex_{jt}, \varepsilon_{ijt})$$

Donde la variable de control se descompone de la siguiente forma:

$$\varepsilon_{ijt} = \alpha_j + v_{jt}$$

Se podrá entonces definir un modelo empírico tal que se recoja lo anterior y se definirá de la siguiente forma:

$$T_{ijt} = \beta_0 (Y_{it})^{\beta_1} (Y_{jt})^{\beta_2} (D_{ij})^{\beta_3} e^{\beta_4 \Gamma_{ijt}} e^{\varepsilon_{ijt}}$$

Donde  $Y_{it}$  e  $Y_{jt}$  serán los productos de los países,  $D_{ij}$  su distancia y finalmente  $\Gamma_{ijt}$  el vector de dichas variables Dummies. Al aplicar logaritmo natural a ambos lados de la ecuación se obtendrá el modelo linealizado:

$$\ln T_{ijt} = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 \ln Y_{jt} + \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 \Gamma_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$

Finalmente si dicho vector  $\Gamma_{ijt}$  es desagregado a las respectivas variables explicativas que lo componen, tendremos el modelo gravitacional del comercio entre dos países definido por la ecuación:

$$\ln EXP_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 re_{ijt} + \beta_5 Border_{ij} + \beta_6 Lang_{ij} \\ + \beta_7 TLC_{ijt} + \beta_8 Island_j + \beta_9 Land_{ij} + \beta_{10} RTA_{ijt} + \beta_{11} Rqindex_{jt} + \varepsilon_{ijt}$$

En este modelo asumiremos que las masas o magnitudes de los países en cuestión serán representadas por sus productos internos brutos en el año t.

### Variable Endógena

Está definida como el flujo comercial medido en términos de las exportaciones del país origen, es decir Colombia, hacia 15 países de América, expresada en dólares corrientes.

En este estudio el subíndice i hace referencia solo a Colombia.

$EXP_{ijt} = (\text{Exportaciones de Colombia (País } i) \text{ al país } j \text{ en el periodo } t)$

### Variables Exógenas

La ecuación estándar de un modelo gravitacional incluye una serie de variables, dentro de este primer conjunto se encuentran:

- $GDP_{it}$  : Tamaño económico de Colombia y sus 15 pares comerciales, representado por el Producto Interno Bruto, expresado en millones de dólares entre los años 1996 a 2013
- $D_{ijt}$  : Distancia que separa a Colombia de sus socios comerciales, medida como los kilómetros que existen entre las capitales de cada uno de ellos.

Por otro lado, la ecuación ampliada incluye otra serie de variables como el aporte que diferencia nuestro modelo de los estudios antes realizados para Colombia y una serie de variables exógenas de tipo dummy:

- $Rqindex_{jt}$  : La variable que describe el tipo de regulaciones del gobierno que se ha elegido. Clasifica a los países en uno de los 2 grupo de países definidos: convencionales y no convencionales, es decir, en un rango de -2,5 a 2,5 siendo 2,5 la mejor calificación. Se clasificó como países convencionales aquellos cuya calificación estuviese por encima de cero, y países no convencionales aquellos que tomaran un valor negativo; teniendo en cuenta las calificaciones otorgadas en cada año según los estándares del Banco Mundial.

### Variables Dummy

- $Border_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si existe frontera entre Colombia y el pais } j \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$
- $Lang_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si Colombia y el pais } j \text{ comparten el mismo lenguaje} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$
- $TLC_{ijt} = \begin{cases} 1, & \text{si Colombia sostiene un tratado de libre comercio con el pais } j \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$
- $Island_j = \begin{cases} 1, & \text{si el pais } j \text{ es una isla} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$
- $Land_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si al menos uno de los paises no cuenta con salida al mar} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$

- $RTA_{ijt} = \begin{cases} 1, & \text{si Colombia y el país } j \text{ hacen parte de un mismo tratado comercial} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$
- $Rqindex_{jt} = \begin{cases} 1, & \text{si el país } j \text{ cuenta con una calificación superior a cero} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$
- $re_{ijt}$ : Tasa de cambio comercial real entre Colombia y el país  $j$

### Signos Esperados para los Parámetros

De acuerdo con la teoría económica se espera que los coeficientes se comporten de la siguiente forma:

**Tabla 1: Construcción Propia**

Modelo Gravitacional		
Variable	Propuesto	Estandar
LnPIBpais1	Mayor a Cero	Mayor a Cero
LnPIBpais2	Mayor a Cero	Mayor a Cero
LnDistancia	Menor a Cero	Menor a Cero
Lnexr	Mayor a Cero	
Ln rqindex	Mayor a Cero	
Drqindex	Mayor a Cero	
tlc	Mayor a Cero	
Border	Mayor a Cero	
Land	Mayor a Cero	
Island	Mayor a Cero	
CommonLang	Mayor a Cero	
RTA	Mayor a Cero	

Tal como se ha planteado el modelo desde las primeras publicaciones que empezaron a abordar el tema de los flujos comerciales de los países desde la perspectiva de un modelo gravitacional como tal, hemos podido constatar en investigaciones como la de Mejía

(2011), Cafiero (2007) Serlenga y Shin (2007) y Frankel (2009); que por la naturaleza y las asunciones necesarias para llevar a cabo la investigación, es de esperarse que el tamaño del país, representado bien sea por su número de habitantes (Pop) o su Producto Interno Bruto (GDP), se encuentre positivamente relacionado con el Flujo de comercio (*EXP*) .

Por otro lado también es evidente y resultará necesario constatar el hecho de que la distancia tenga una relación inversamente proporcional con el número de exportaciones entre Colombia y sus pares comerciales, es decir, entre más alejado se encuentre Colombia de su socio comercial, menor deberá ser el número de exportaciones hacia dicho país, por lo que, luego de correr la regresión deberíamos encontrar que el coeficiente correspondiente a la variable  $D$ ,  $\beta_3$  será menor que 0.

Las variables Dummies deben seguir el mismo comportamiento teórico que describe el modelo de la gravitación. Varias variables geográficas y culturales favorecerán al país a la hora de la negociación internacional si y solo si son fronterizos, comparten el mismo idioma, tienen un tratado comercial vigente, hacen parte de un grupo u organización de comercio y este no es una isla. De lo contrario se sabe de antemano que afectarán negativamente dicho proceso y tendrán una incidencia negativa en el flujo comercial.

La tasa de cambio real bilateral deberá influir positivamente en el nivel de las exportaciones de un país, por lo que para este caso esperaremos que  $\beta_6 > 0$  y esto debido a que mientras esta tasa sea mayor, el país (i), para este caso Colombia, será más competitivo frente a sus pares comerciales, conllevando a que sus productos sean más demandados.

Esta relación de la tasa de cambio real está inmersa en el nivel de precios de cada uno de los países por lo que se esperamos que ante un escenario en el que Colombia sufra un alza significativa en los precios, esta disminuya su nivel de exportaciones y su coeficiente  $\beta_6$  deberá ser menor a 0; mientras que ante elevados niveles de precios en los socios comerciales,  $\beta_6$  incidirá positivamente en las exportaciones del país i siendo esta mayor que 0.

### **Estimaciones del Modelo**

Durante la exploración de diversas publicaciones, se encontraron una variada gama de estimaciones realizadas. El estudio de Cafiero (2005), uno de los más completos, se puede apreciar en primera instancia una regresión tipo pooled tanto de efectos fijos (FE) como de efectos aleatorios (RE) con las variables básicas de un modelo de gravitación.

Luego pasa a evaluar los datos mediante una regresión de tipo Arellano-Bond (AB), cuya naturaleza es dinámica y no estacionaria como la de FE y RE.

Arellano y Bond encontraron que mediante las formas existentes de estimar un modelo de panel, había información que aún se podía extraer de la muestra, dado esto, utilizaron un enfoque GMM (en dos etapas) para construir un estimador cuya eficiencia fuera mayor y así lograr una estimación más consistente que aprovechara mejor la información disponible en los datos.

El paquete estadístico que se utilizará para estimar el modelo propuesto será STATA, haciendo uso de regresiones por metodologías de Efectos fijos, Efectos Aleatorios y

Efectos mixtos, con el objetivo de verificar cuál de ellas se ajusta mejor al proceso generador de datos y de acuerdo a la teoría económica. Primero se estimará el modelo gravitacional estándar, donde solo se incluirán las variables de tamaño y distancia, utilizando tanto el PIB como la Población de cada país como medida de masa; luego se incluirán variables de control recomendadas en diferentes estudios para analizar sus resultados y finalmente se estimará un modelo gravitacional estándar de acuerdo con los resultados de las regresiones previas.

### Modelo Gravitacional Estándar

Como es debido, antes de llegar a las estimaciones utilizadas, se realizaron las debidas pruebas para determinar la regresión adecuada. El test de Breush-Pagan fue la primera prueba que se realizó, con el objetivo de determinar si es más consistente la estimación por método Pooled o por otro método; el resultado obtenido fue el siguiente:

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
lnExports	2,333637	1,527625
e	0,1111397	0,3333763
u	0,1377228	0,3711102

Test:  $\text{Var}(u) = 0$

chibar2(01) = 313,74  
 Prob > chibar2 = 0,0000

Ya que el valor p resulto menor al valor alfa, se concluye que es mejor realizar la estimación por un método diferente al Pooled.



Luego se aplicó la prueba de Hausman, con el objetivo de comparar las estimaciones por método de efectos fijos y efectos aleatorios, obteniendo el resultado expuesto en los anexos (Ver Anexos). En este caso el valor p es menor al alfa por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que la diferencia en los coeficientes no es de forma sistemática, ósea que se debe o reelaborar el modelo o elegir aquella estimación que se considere más eficiente.

Por último se llevó a cabo el test de auto correlación serial para determinar si existe correlación entre las variables utilizadas, y se obtuvieron los siguientes resultados:

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
F( 1, 10) = 2.404
Prob > F = 0.1520
```

En este caso se observa que el valor p es mayor al alfa por ende se acepta la hipótesis nula de que no se presenta auto correlación serial.

Luego de realizar las pruebas anteriormente expuestas, se determinó la estimación por efectos mixtos. Los resultados se presentan a continuación.

lnExportaciones	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
LnPIBpais1	0,629217	0,0901586	6,98	0,000	0,4525094	0,8059246
LnPIBpais2	0,7691416	0,0265965	28,92	0,000	0,7170135	0,8212697
LnDistancia	-1,827845	0,0892127	-20,49	0,000	-2,002699	-1,652992
Constante	-2,263613	2,342388	-0,97	0,334	-6,854609	2,327382

**Tabla 2: Construcción Propia**

Luego de estimar por los métodos mencionados previamente, se obtuvo que para el modelo gravitacional estándar, todas las variables resultan estadísticamente significativas

y con signos correspondientes a la teoría económica. A la hora de explicar las exportaciones de Colombia hacia el país j, por cada aumento del uno por ciento en el producto interno bruto de Colombia, las exportaciones de Colombia hacia el país j aumentan aproximadamente un 0,62% , paralelamente dado el mismo aumento en el PIB del país j, dichas exportaciones se verán aumentadas en un 0,76%. Como se esperaba, la variable distancia resulta con un coeficiente negativo, indicando que las exportaciones de Colombia al país j disminuirán aproximadamente un 1,8%.

### Modelo Gravitacional Propuesto

InExportaciones	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
LnPIBpais1	0,7277987	0,1032161	7,05	0,000	0,5254988	0,9300985
LnPIBpais2	0,9768282	0,0565411	17,28	0,000	0,86690096	1,087647
LnDistancia	-1,289237	0,175068	-7,36	0,000	-1,632365	-0,9461101
Lnexr	-0,0783972	0,251625	-3,12	0,002	-1,277148	-0,0290795
Lnrqindex	0,220865	0,0563724	3,92	0,000	0,1103771	0,3313529
Drqindex						
tlc	-0,7216017	0,1348864	-5,35	0,000	-0,9859742	-0,4572292
Border	0,986967	0,2158941	4,57	0,000	0,5638224	1,410112
Land	1,786424	0,3479312	5,13	0,000	1,104491	2,468357
Island						
CommonLang	1,454793	0,3318997	4,38	0,000	0,8042818	2,105305
RTA	-0,1905852	0,18888559	-1,01	0,313	-0,560736	0,1795655
Constante	-14,73333	3,613359	-4,08	0,000	-21,81539	-7,651279

**Tabla 3: Construcción Propia**

La mayoría de variables consideradas resultan estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%; con excepción de la variable RTA, y a excepción de la variable TLC y EXR, todos los signos obtenidos resultaron de acuerdo con la teoría económica.

Las pruebas estadísticas cumplen con los supuestos formales sobre los cuales se construye el modelo propuesto.

Es importante hacer énfasis en el coeficiente del índice de calidad en las regulaciones, ya que por una variación del 1% en la calificación de dicho indicador en el país  $j$ , las exportaciones de Colombia al país  $j$  se aumentarán aproximadamente en un 0,22%. Dado lo anterior podemos afirmar que Colombia deberá propender por elegir pares comerciales cuya calificación sea lo más cercana a 2.5 si desea aumentar sus flujos comerciales al país  $j$ .

En los últimos años se ha apreciado un deterioro de las relaciones comerciales entre Colombia y Venezuela, en su gran mayoría por decisiones políticas del vecino país, llevando a este último a disminuir cada vez más su calificación.

Aunque actualmente el idioma es cada vez una barrera más pequeña para el comercio internacional, aun cuenta con un grado de significancia para el caso Colombiano, ya que según el modelo expuesto, al comerciar con países hispanohablantes, las exportaciones de Colombia al país  $j$  se ven afectadas de forma positiva en un 1,45%. Si bien es importante elegir socios comerciales cuyo idioma sea el español, el objetivo principal es lograr aumentar la tasa de bilingüismo para así llegar a países con un mayor tamaño y significancia comercial.

El valor del coeficiente del tipo de cambio real menor a cero, indica que la devaluación del peso en términos reales resulta no beneficiosa para las exportaciones de Colombia al país  $j$ . Ante un cambio del 1% en la tasa de cambio real bilateral, las exportaciones de Colombia al país  $j$  disminuyen aproximadamente un 0,078%.

## Conclusiones

En primera instancia, el estudio realizado lleva principalmente a concluir la atención que se le debe prestar a la calidad en las políticas establecidas por un gobierno<sup>1</sup>, dada la importancia que estas ejercen sobre el comercio internacional bilateral; es por ello que los países deberán propender por establecer políticas que favorezcan los intercambios comerciales.

Cabe destacar la importancia que toman las variables socioeconómicas sobre el comercio entre pares comerciales. El lenguaje común es sin duda alguna una forma acertada de lograr acercamiento comercial entre dos partes que tienen relaciones comerciales. Aunque la tasa de bilingüismo en Colombia es aún muy baja<sup>2</sup>, las políticas del gobierno deberán estar enfocadas en el sector educativo, específicamente en los idiomas, de esta forma se lograrán incrementar los flujos comerciales entre Colombia y sus pares comerciales.

El estudio resaltó lo privilegiado que resulta tanto la posición como las características demográficas de Colombia para practicar el comercio bilateral. Colombia tiene salida tanto al océano pacífico como al mar caribe, y como se observó mediante el comportamiento de la variable Land, los países que cuentan con fronteras marítimas tendrán una ventaja significativa para negociar y sus flujos se incrementarán en gran escala.

---

<sup>1</sup> "... El modelo gravitacional de comercio arroja varios resultados de enorme interés para la orientación de las políticas de integración..." (Cárdenas, 2004)

<sup>2</sup> En el año 2013 en Colombia; tan solo el 6,5% de los estudiantes de educación superior alcanzo el nivel B+. Fuente: Banrep, Documentos de Trabajo sobre Economía Regional, Andres Sanchez Jabba, Num 191, Agosto 2013.

Adicionalmente Colombia comparte fronteras con las economías más fuertes dentro del panorama de América Latina como lo son Brasil, Venezuela, Perú y Panamá; y como lo demostró tanto el comportamiento de la variable PIB2 como el de Border, es de gran influencia para los flujos comerciales de Colombia el tamaño de la economía de sus socios y el hecho de compartir fronteras con estos. Por lo anterior es posible concluir que Colombia debe fomentar políticas encaminadas al mejoramiento de las relaciones comerciales con los países limítrofes y sobre todo con aquellas economías de gran escala, como es el caso de Venezuela.

## Referencias

- Anderson, J. E. (1979). A Theoretical Foundation for Gravity Equation. *American Economic Review*.
- Bergstrand, J. H. (1985). The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical. *The Review of Economics and Statistics*.
- Cafiero, J. A. (2005). *Modelos gravitacionales para el análisis del comercio exterior*. Argentina: Centro de Economía Internacional.
- Competing specifications of the gravity equation: a three-way model, bilateral interaction effects, or a dynamic gravity model with time-varying country effects? (2014). *Empir Econ*, 733-741.
- European Commission. (2015, Febrero). *European Commission*. Retrieved Octubre 2012, from [http://ec.europa.eu/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/index_en.htm)
- FELBERMAYR, G. J. (2012). *Revisiting the Trade-Migration Nexus: Evidence from New OECD Data*. Leibniz: Elsevier Ltd.
- Frankel, J. (2009). *The Estimated Trade Effects of the Euro: Why Are They Below Those From Historical Monetary Unions Among Smaller Countries?* Cambridge: Editorial Board.
- GRETZ, J. J. (2014). ECONOMIC INTEGRATION AND THE GRAVITY MODEL: EXPLAINING IMMIGRATION PATTERNS TO EUROPE. *Indian Journal of Economics & Business*, Vol. 13, No. 1, 91-102.

- Grupo del Banco Mundial. (2015, Marzo 26). *bancomundial.org*. Retrieved from <http://datos.bancomundial.org/indicador/IQ.CPA.TRAN.XQ/countries?display=map>
- Gustafson, S. T.-°. (2012). The Multifaceted Impact of Corruption on International Trade. In D. Greenaway, *The World Economy* (p. 666). Lund: Wiley - Blackwell.
- J., M. C. (2004). *El modelo gravitacional y el TLC entre Colombia y Estados Unidos*. Bogota: WORKING PAPERS SERIES.
- Lafuente, P. C. (2000). *MODELOS DE GRAVITACIÓN COMERCIAL: UNA APLICACIÓN AL ANUARIO COMERCIAL DE ESPAÑA*. Madrid: Instituto L. R. Klein.
- Li, B. C. (2014). Analyzing Bilateral Trade Barriers under Global Trade Context: A Gravity Model Adjusted Trade Intensity Index Approach. *Review of Development Economics*, 326–339.
- Lozano, A. C. (2008). *Aplicacion de una Ecuacion de la Gravedad al Comercio Intraeuropeo*. Madrid: Universidad Complutense .
- Newton, I. (1687). *Philosophiæ naturalis principia mathematica (Latín: Principios matemáticos de la filosofía natural)*. Inglaterra.
- Ph.D., J. F. (2011). *Export Diversification and Economic Growth*. Berlin: Physica - Verlag.
- Roddy Mendoza, S. N. (2007). *Análisis del Comercio Bilateral por Bloques usando un Modelo Gravitacional Aumentado periodo 1980 – 2003*. Guayaquil: Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas.

Rose, A. K. (1999). *ONE MONEY, ONE MARKET: ESTIMATING THE EFFECT OF COMMON CURRENCIES ON TRADE*. Massachusetts: NBER Working Paper.

Silva, D. N. (2008). *Does Aid Cause Trade? Evidence from an Asymmetric Gravity Model*. Nottingham: Leverhulme Centre.

SPIEGEL, A. K. (2004). *A Gravity Model of Sovereign Lending: Trade, Default, and Credit*. International Monetary Fund: IMF Staff Papers.

The Gravity Model and Trade Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis of Eastern European Countries' Potential Trade. (2014). *The World Economy*, 1-9.

Trejos, A. (2009). *Instrumentos para la evaluación del impacto de acuerdos comerciales internacionales: aplicaciones para países pequeños en América Latina*. México, D. F.: Publicación de las Naciones Unidas.

United Nations Statistics Division. (2015, Febrero). *National Accounts Main Aggregates Database*. Retrieved Octubre 2012, from <http://unstats.un.org/unsd/snaama/selbasicFast.asp>



## Anexos

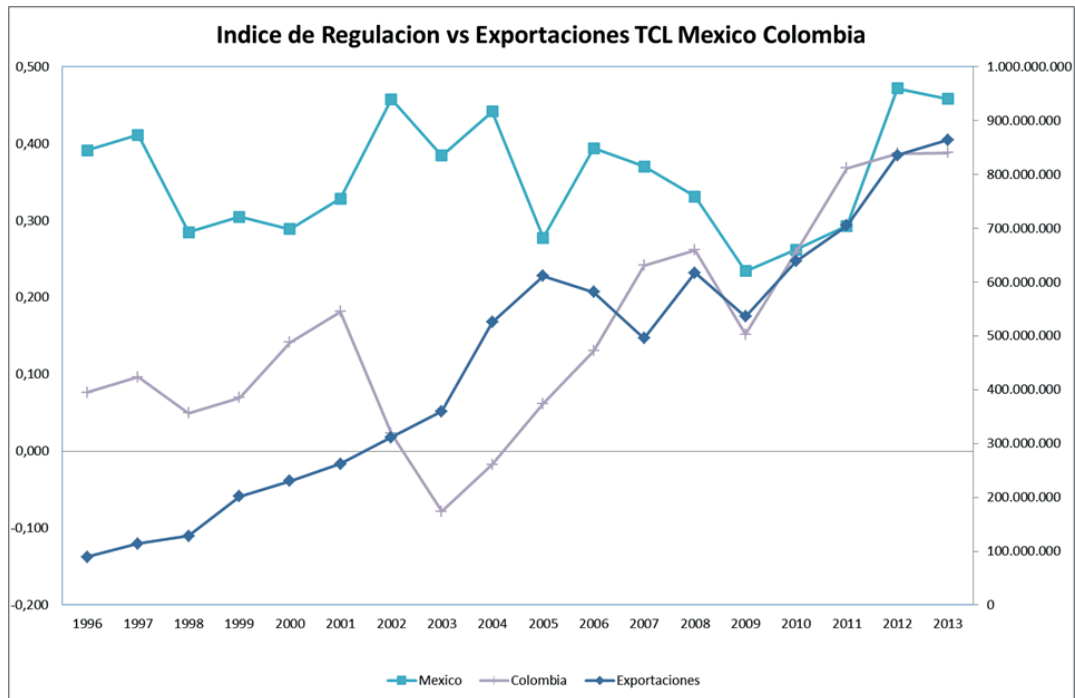


Gráfico A1 Fuente: Naciones Unidas, Banco Mundial; Construcción Propia

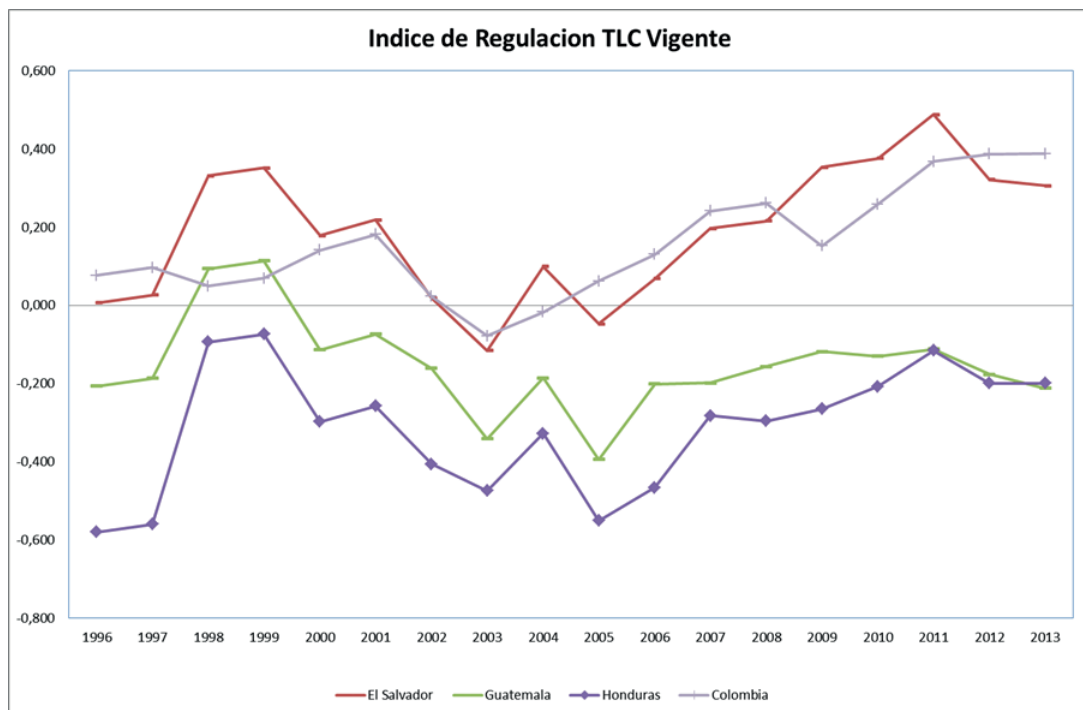


Gráfico A2 Fuente: Naciones Unidas, Banco Mundial; Construcción Propia

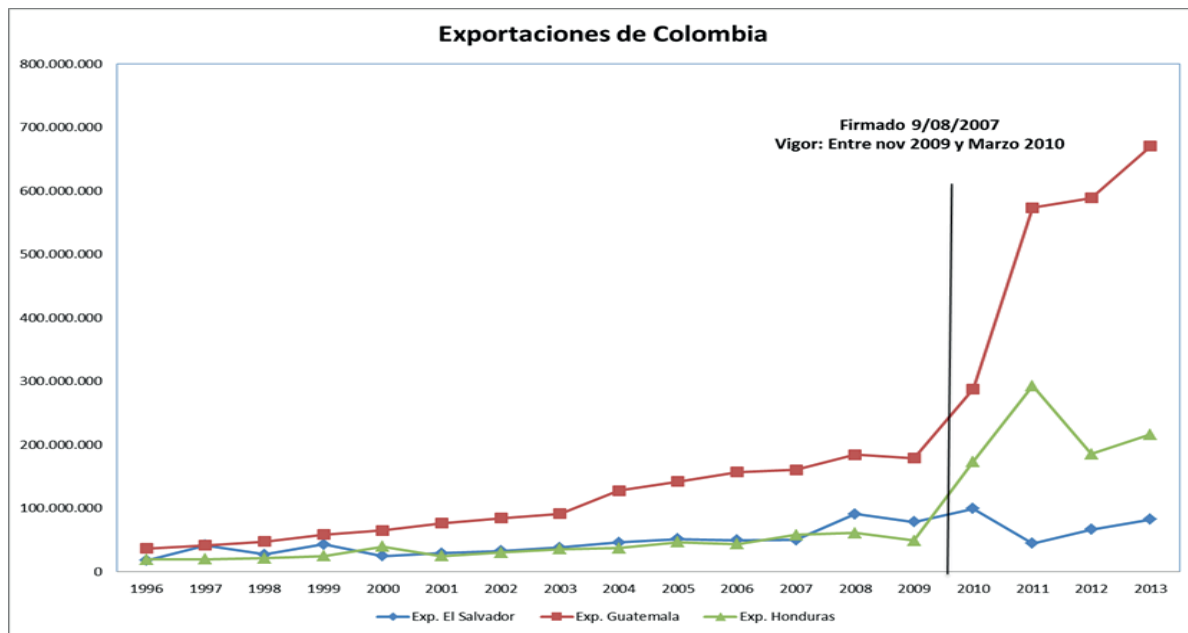


Gráfico A3 Fuente: Naciones Unidas, Banco Mundial; Construcción Propia

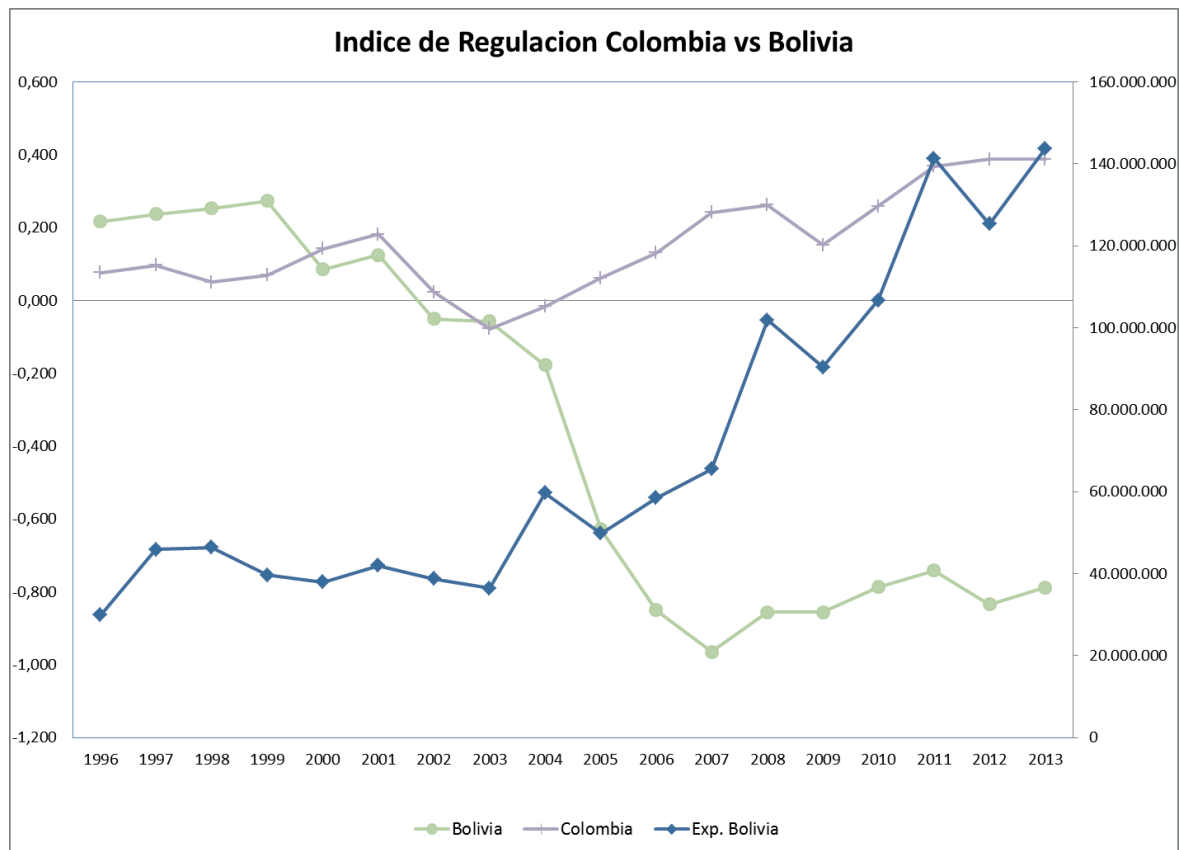


Gráfico A4 Fuente: Naciones Unidas, Banco Mundial; Construcción Propia



Gráfico A5 Fuente: Naciones Unidas, Banco Mundial; Construcción Propia

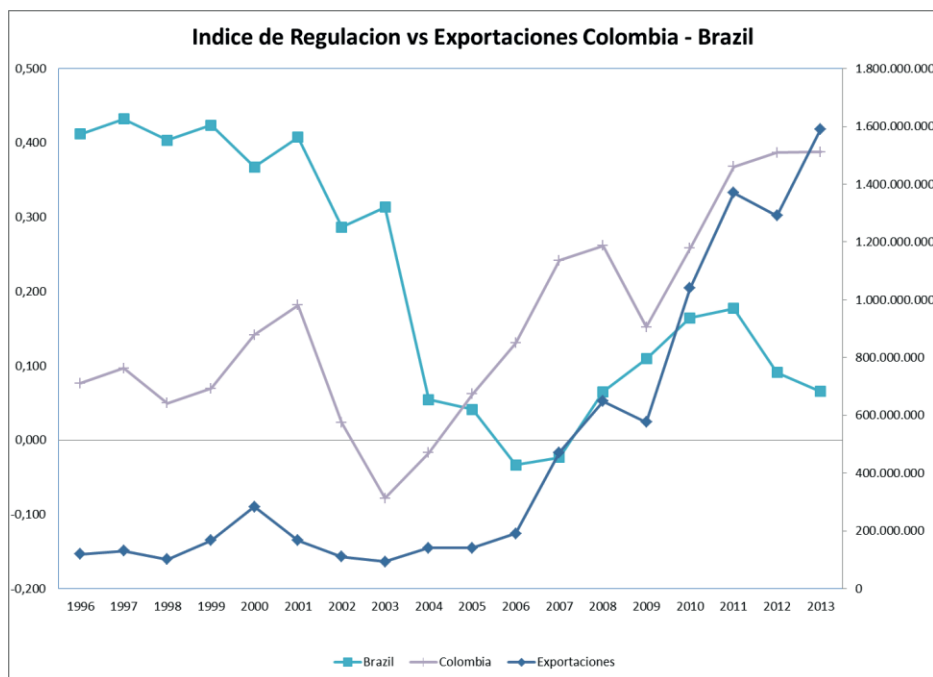


Gráfico A6 Fuente: Naciones Unidas, Banco Mundial; Construcción Propia

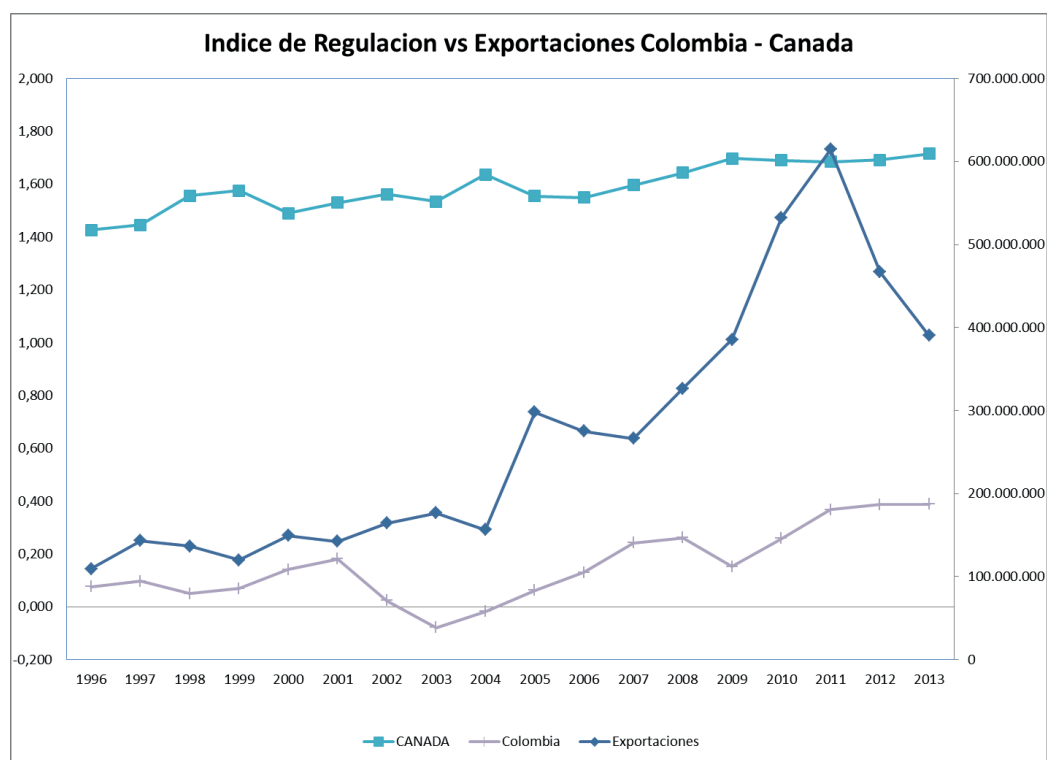


Gráfico A7

Fuente: Naciones Unidas, Banco Mundial; Construcción Propia

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed	(B) random		
lnPIBpais1	-.5136051	.4264096	-.9400147	.3478891
lnPIBpais2	1.937614	1.018767	.9188466	.3286953
lnexr	-.9988288	-.1455925	-.8532363	.4269829
lnrqindex	.0645996	.0558905	.0087091	.001795
tlc	.1572681	-.0243391	.1816072	.0123175
RTA	.4381123	.28537	.1527424	.0342601

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$\chi^2(6) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$$

$$= 90.42$$

$$\text{Prob}>\chi^2 = 0.0000$$

(V\_b-V\_B is not positive definite)

Gráfico A8 Fuente: Stata; Construcción Propia